

定ひずみ速度圧密試験における測定精度の影響

鳥取大学工学部（正） 清水 正喜

鳥取大学大学院（学） ○遠藤 圭一

1 はじめに

定ひずみ速度圧密試験(以下 CRS 試験)は試験の自動化が容易であり、データの測定間隔を短く設定することができる。したがって、例えば JIS¹⁾で推奨される測定間隔よりも短い間隔でデータを測定することが可能である。しかし、データ間隔を非常に短くとした場合、測定したすべてのデータを用いて結果の整理を行うと、圧縮・圧密に関するパラメータの値は激しく変動する。そのため、実験に用いた実試料の構成関係を決定することは困難である。パラメータの変動は、データを選択することによって抑えることができることを報告している^{2),3)}が、本報告では、パラメータの値が変動する原因についてより詳細に追求する。そのために、測定精度の良否の影響について 表－1 測定装置の性能と各試験における測定装置の組み合わせ 実験結果に基づいて検討する。

2 試験条件

軸圧縮荷重、底面間隙水圧、軸変位量を測定する各測定器の精度を変えて 4 種類の異なる測定精度で試験を行った(表－1 参照)。データの測定間隔は 3 秒で統一した。各測定量は、A/D 変換機能を有した計測器(データロガー)により計測した。計測器出力はひずみゲージ型の測定器

測定量	測定器	定格容量	定格出力	試験の種類			
				A	B	C	D
上面軸荷重	ロードセル 10kN	10kN	3001※	○		○	
	ロードセル 5kN	5kN	2999※		○		○
間隙水圧	間隙水圧計容量 1MPa	1MPa	3974※	○	○		○
	差圧変換器容量 0.1MPa	0.1MPa	2998※			○	
軸変位	ひずみゲージ型変位計	25mm	12500※	○	○	○	
	レーザー変位計	15mm	5.0000V				○

単位 ※：10⁻⁶ ひずみ

の場合は 1×10⁻⁶ ひずみ単位の整数値であり、電気的不安定により、最下位桁が±1 程度変動した。また、レーザー変位計の場合は 1×10⁻⁴ ボルト単位の実数値であり、電気的不安定による変動は±2×10⁻⁴ ボルト程度であった。この変動量に対応する測定誤差は、JIS で定められている許容差の範囲内である。

3.結果と考察

結果の整理は JIS の方法¹⁾に準拠した。この方法では、得られたデータの中から軸圧縮荷重データの値または軸変位データの値が連続するものは省かなければならない。また底面間隙水圧の値が負になるものも省いて使用した。このように予め選択されたデータを 1 次データと呼ぶことにする。

図－1,2,3 に、各試験から得られた体積圧縮係数 m_v 、圧密係数 c_v および透水係数 k と平均圧密圧力 p_{av} の関係を示す。図を見やすくするために、各試験のパラメータの値を 10 倍して、順に縦方向にシフトさせた。図の縦軸の数値は試験(A)のものである。

図－1 より、軸圧縮荷重を測定するロードセルの精度だけを変えた試験(A)と(B)の結果を比較すると、精度の良いロードセルを使用した試験(B)の結果は、精度の劣るロードセルを使用した試験(A)の結果よりも変動が激しくなっていることが分かる。また、変位計の精度の影響を見るために試験(D)と試験(B)を比べると、変位の測定精度の良い試験(D)の結果のほうが精度の劣る試験(B)の結果にくらべて振動が激しくなっている。

c_v も m_v と同様に軸圧縮荷重データの測定誤差の影響を大きく受ける。図－2 より、 c_v の値も m_v の値と同様に、精度の良いロードセルを用いた試験(B)の結果のほうが精度の劣る試験(A)の結果にくらべ変動が激しくなっていることが分かる。

k は底面間隙水圧 u_b と軸変位量 d の測定誤差の影響を大きく受ける。 u_b の測定精度の影響を見るために、試験(A)と(C)の結果を比較する。図－3 より、 k の値には間隙水圧の測定精度の違いによる影響は見られず、

振動現象や振動幅に大きな違いがないことが分かる。また、試験(B)と(D)の結果によって軸変位量の測定精度の影響を比較すると、精度の良い測定器を用いた試験(D)の結果のほうが試験(B)の結果よりも変動が激しくなっている。

精度の良い測定器を使用すると、測定値に含まれる誤差が減少し各パラメータの変動を抑えられると予想していたが、以上の結果より、精度の良い測定器を使用すると測定値の誤差は確かに減少するが、各パラメータの値はむしろ変動が激しくなることが分かった。この原因を m_v を例にして考察する。

ある時間間隔における軸圧縮荷重 p と軸変位 d の変化量をそれぞれ Δp および Δd とおくと、 m_v は $\Delta d / \Delta p$ の関数である。ロードセルの精度を変えて測定値を比較すると、精度の劣るロードセルによって測定された軸圧縮荷重 p は同じ値のデータが連続することが多い。しかし、1 次データを作成するため、そのようなデータは省いてしまうので、データを省いた区間のデータ間隔が大きくなりその区間における Δp と Δd の相対誤差は小さくなる。変位計の精度を変えた場合もロードセルと同様に、精度の劣る変位計によって測定されたデータは同じ値のデータが連続することが多く、そのデータを省くことにより、その区間における Δp と Δd の相対誤差は小さくなる。 $\Delta d / \Delta p$ の値の相対誤差は Δd と Δp の相対誤差の和であるので、それぞれの相対誤差が小さくなることで $\Delta d / \Delta p$ の相対誤差は減少し、 m_v の相対誤差も減少する。 c_v に対する $\Delta p / \Delta t$ 、 k に対する $\Delta d / \Delta t$ についても同様のことが言える。つまり、データ間隔が大きい区間が多いということは、各パラメータの値の相対的な誤差が小さい区間が多いことになるので変動が減少すると考えられる。逆に、精度の良い測定装置で測定したデータは連続するデータが少なくデータ間隔が狭い区間が多いので、各パラメータの値の誤差自体は小さくなるが相対誤差はあまり向上しない。したがって、変動も激しくなると考えられる。

4. 結論

- 1) 測定精度を上げるだけでは、圧縮・圧密に関する各パラメータの値の変動を抑えることはできない。変動を抑えるためには結果の整理に用いるデータの区間を大きくすることが有効である。
- 2) 各パラメータの値の変動に影響を及ぼす因子は Δd と Δp の相対誤差であり、データ間隔を大きくすれば、 Δd と Δp の相対誤差を小さくできるので、パラメータの値の変動を抑えることができる。

参考文献 1) JIS A 1227:「土の定ひずみ速度載荷による圧密試験方法」、土質試験の方法と解説—第一回改訂版—、地盤工学会、2000 2) 清水、今村：定ひずみ速度圧密試験における計測データの吟味方法、鳥取大学工学部研究報告、2000 3) 清水、今村：定ひずみ速度圧密試験における計測データの吟味方法、土木学会第 55 回年次学術講演会Ⅲ-A172、2001

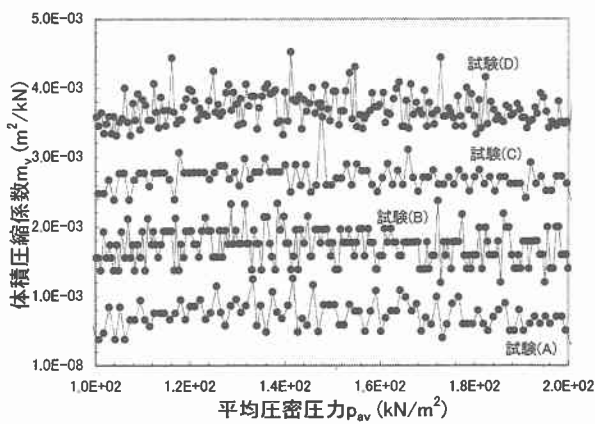


図-1 体積圧縮係数 m_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係

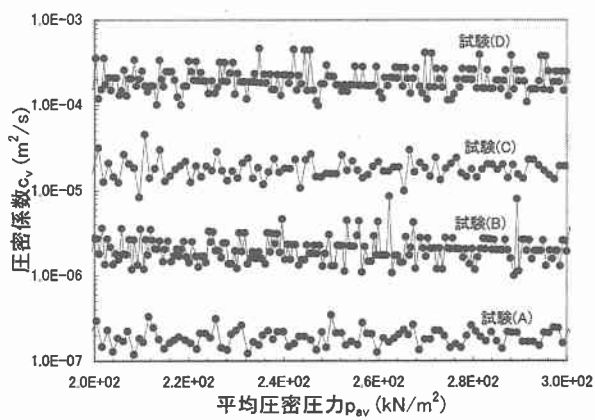


図-2 圧密係数 c_v と平均圧密圧力 p_{av} の関係

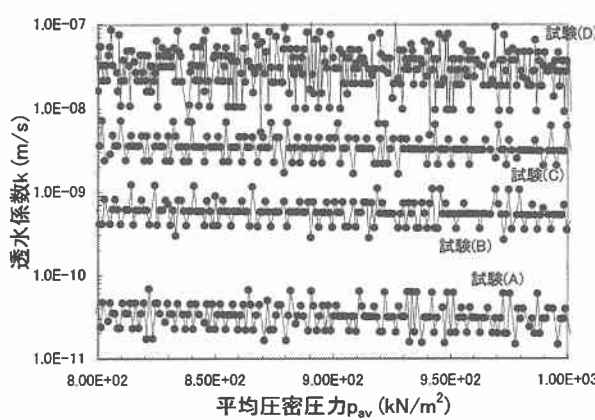


図-3 透水係数 k と平均圧密圧力 p_{av} の関係